



## SonTek RiverSurveyor と CastAway-CTD の統合 音速プロファイルにより音響測定の精度が向上

### 背景 - 音速と音響測定

水中音響測定、特に音響深度範囲測定では、正確なデータを収集するために水中の音速に関する情報に依存します。

音は、温度、塩分濃度、密度の変化に応じて、水中を伝わる速度が異なります (表 1)。たとえば、音は熱い塩水では速く伝わり、冷たい淡水では遅く伝わります。

ほぼすべての湖、川、河口、海の水は、異なる層に分かれています。ある層の温度条件は、別の層の温度条件とは著しく異なる場合があります (図 1)。音は、ある層から次の層に移動するにつれて、屈折して方向を変えます。

水柱全体にわたる音速と方向のこれらの変化により、音響深度測定に誤差が生じます。

深さの測定誤差は、一般的に、表面の水温や塩分濃度が水面下の水と大きく異なる深い河川や河口で最大になります。

温度と塩分濃度が深度の計算にどのように影響するかについての詳細は、SonTek の技術ノート「範囲、速度、音速、およびスネルの法則」を参照してください。

|    | 変化       | 音速への影響    |
|----|----------|-----------|
| 温度 | 1°C      | 4.0メートル/秒 |
| 塩分 | 1 電導ユニット | 1.4メートル/秒 |
| 深さ | 1 電導ユニット | 1.7メートル/秒 |

表 1. 温度、塩分濃度、深度の変化とそれによる音速への影響。

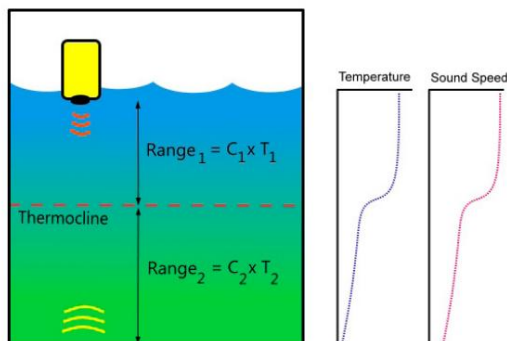


図 1. 成層水柱の図。



音響流速測定システムと同様に、水路測量機器 (マルチビームエコーサウンダ、サイドスキャンソナーなど) は、音波パルスが機器から海底まで移動する時間を測定して距離を計算します。水路測量士は、音速の変動によって生じる深度測定エラーを減らすために、データに音速補正を適用します。音速を測定するために、測量士は水路測量中に CTD (導電率、温度、深度) センサーを使用して垂直音速プロファイルを収集します。次に、音速補正を音響測深データに適用して、より正確な深度測定を行います。これらの音速補正は、ADCP 測定にも適用して精度を向上させることができます。

### ADCP測定への応用

水路測量士が水深データに音速補正を適用するのは一般的な方法ですが、ADCP データには主に 2 つの理由から補正があまり適用されていません。まず、補正を適用する複雑さによって測定精度の向上という利点が影を潜め、速度測定は深度測定よりも音速の影響を受けにくくなります。多くの環境では、音速補正によって ADCP 測定精度がわずかに向上するだけで、河口などの環境では補正によって精度が大幅に向上します。

河川や海洋における高精度な流量測定の要件が高まり、流量や水深測量など速度以外の測定に ADCP データを使用するケースが増えるにつれて、ADCP データに音速補正を適用する必要性が高まっています。

音速補正は、河川断面積の精度を高めることで ADCP 流量計算の精度を向上させます。ADCP トランスデューサでの正確な音速測定は、[inquiry@sontek.com](mailto:inquiry@sontek.com) [www.sontek.com/castaway](http://www.sontek.com/castaway) にとって重要です。

速度測定精度。高速応答の CastAway サーミスタにより、ADCP サーミスタが水温と平衡化するのを待つ必要がなくなり、速度計算に重要なトランスデューサ面の正確な水温が確保されます。

### CastAway-CTD と RiverSurveyor の統合

CastAway は、RiverSurveyor Live 3.0 および RiverSurveyor Stationary Live 2.0 とシームレスに統合することで、RiverSurveyor 測定に音速補正を適用するためのターンキー ソリューションを提供する、小型で高度な CTD です。

CastAway を使用すると、音速プロファイルの収集が簡単になります。

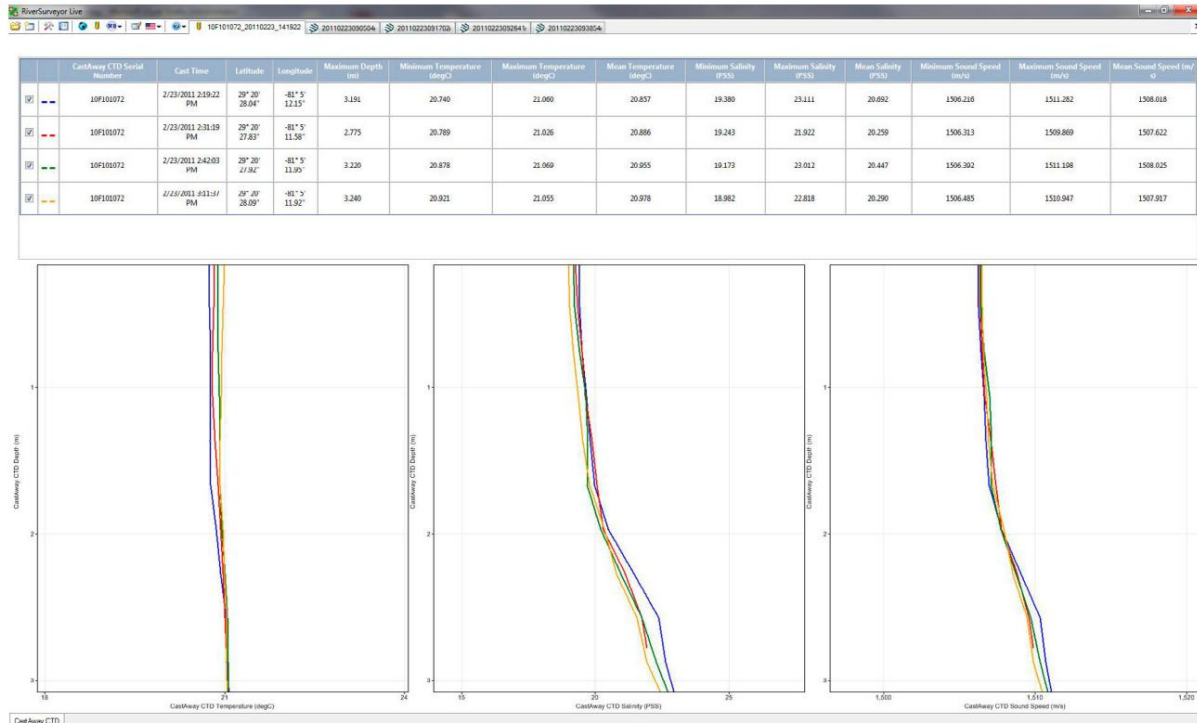


図 2. RiverSurveyor ソフトウェアの CTD 概要情報タブのスクリーン キャプチャ。

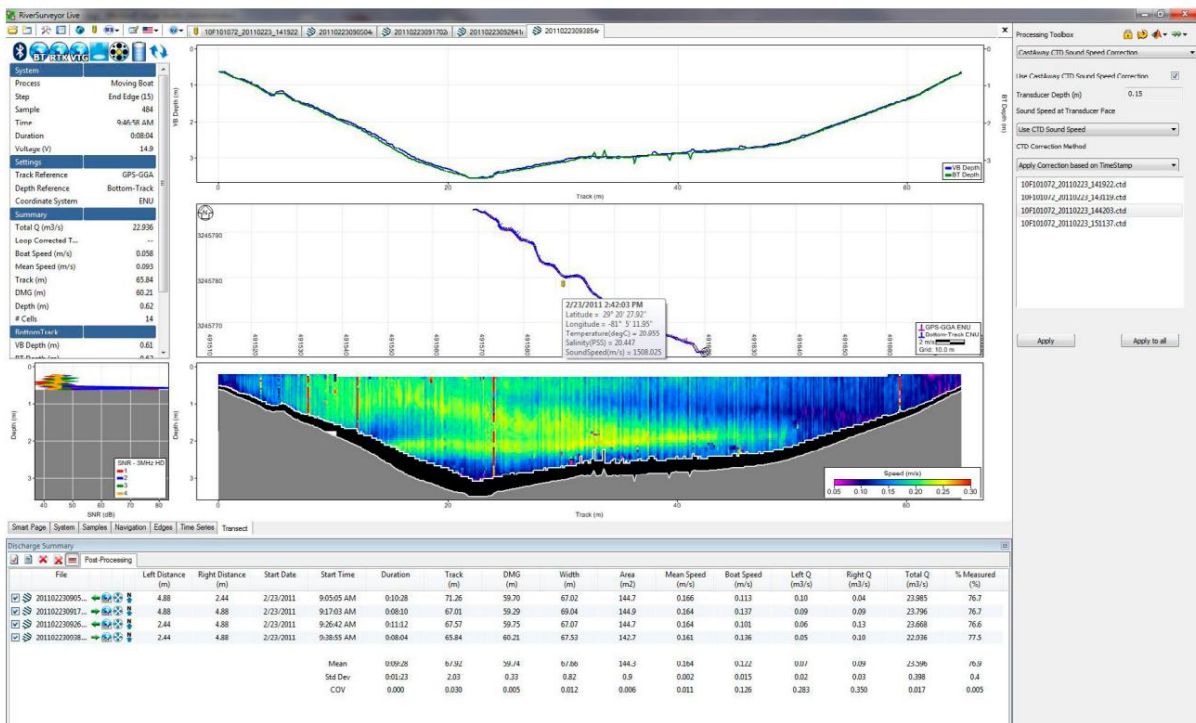


図 3. 音速補正サイドバーと、中央トランセクト プロット上の選択された CTD プロファイルの位置を示す RiverSurveyor ソフトウェアのスクリーン キャプチャ。

手動で降ろすことができ、事前プログラミングは不要で、キャスト後にデータが自動的に PC に転送されます。内蔵 GPS が音速プロファイルの位置とタイムスタンプを記録し、ソフトウェアが放出計算に適用するプロファイルを自動的に選択できるようにします。

ソフトウェアには、CTD からの温度、塩分濃度、音速情報を表示する概要ページもあります (図 2)。

移動ボートソフトウェアは、ADCP トランセクトプロットに CTD プロファイルの位置を示すマーカーも追加します (図 3)。CastAway 音速補正を流量計算に適用するには、ADCP 表面温度データと CastAway 表面塩分濃度を使用するか、

CastAway の完全な温度と塩分プロファイル。音速補正を適用した後、補正が流出計算に与える影響を即座に確認できます。

#### まとめ

CTD 測定を使用して ADCP データに音速補正を適用すると、ADCP 測定の精度をさらに向上できます。断面積の大きい河川や河口などの成層化が進んだ地域での ADCP 流量測定では、音速補正が最も効果的です。CastAway の高速応答サーミスタにより、すべての速度測定に必要な正確な温度データも確保されます。CastAway-CTD と RiverSurveyor の統合は、ADCP 測定に音速補正を適用し、ADCP 測定の精度を向上させるユーザーフレンドリーな方法です。

#### 参考文献

Sontek, 2010, CastAway ユーザーズ マニュアル 1.3。[<http://www.sontek.com> からダウンロードできます。]

Sontek, 2011, RiverSurveyor S5/M9 システム マニュアル。[<http://www.sontek.com> からダウンロードできます。]

Sontek, 2011, 技術ノート: フェーズドアレイと速度測定。[<http://www.sontek.com/pdf/technotes/PhasedArrayRangeAndVelocity.pdf>] でオンラインで入手可能]

SonTek, 2011, 技術ノート: 範囲、速度、音速、スネルの法則。[<http://www.sontek.com/pdf/technotes/VelocityEngineAndSnellsLaw.pdf>] でオンラインで入手可能]

NOAA 沿岸測量局, 2011 年, 現場手順マニュアル。[[http://www.nauticalcharts.noaa.gov/hds/docs/Field\\_Procedures\\_Manual\\_May\\_2011.pdf](http://www.nauticalcharts.noaa.gov/hds/docs/Field_Procedures_Manual_May_2011.pdf)] でオンラインで入手可能]